

(19)

(11) Publication number:

11044541 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 09203560

(51) Intl. Cl.: G01C 19/56 G01P 9/04

(22) Application date: 29.07.97

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: 16.02.99(84) Designated contracting
states:

(71) Applicant: AISIN SEIKI CO LTD

(72) Inventor: KATO MANABU

(74) Representative:

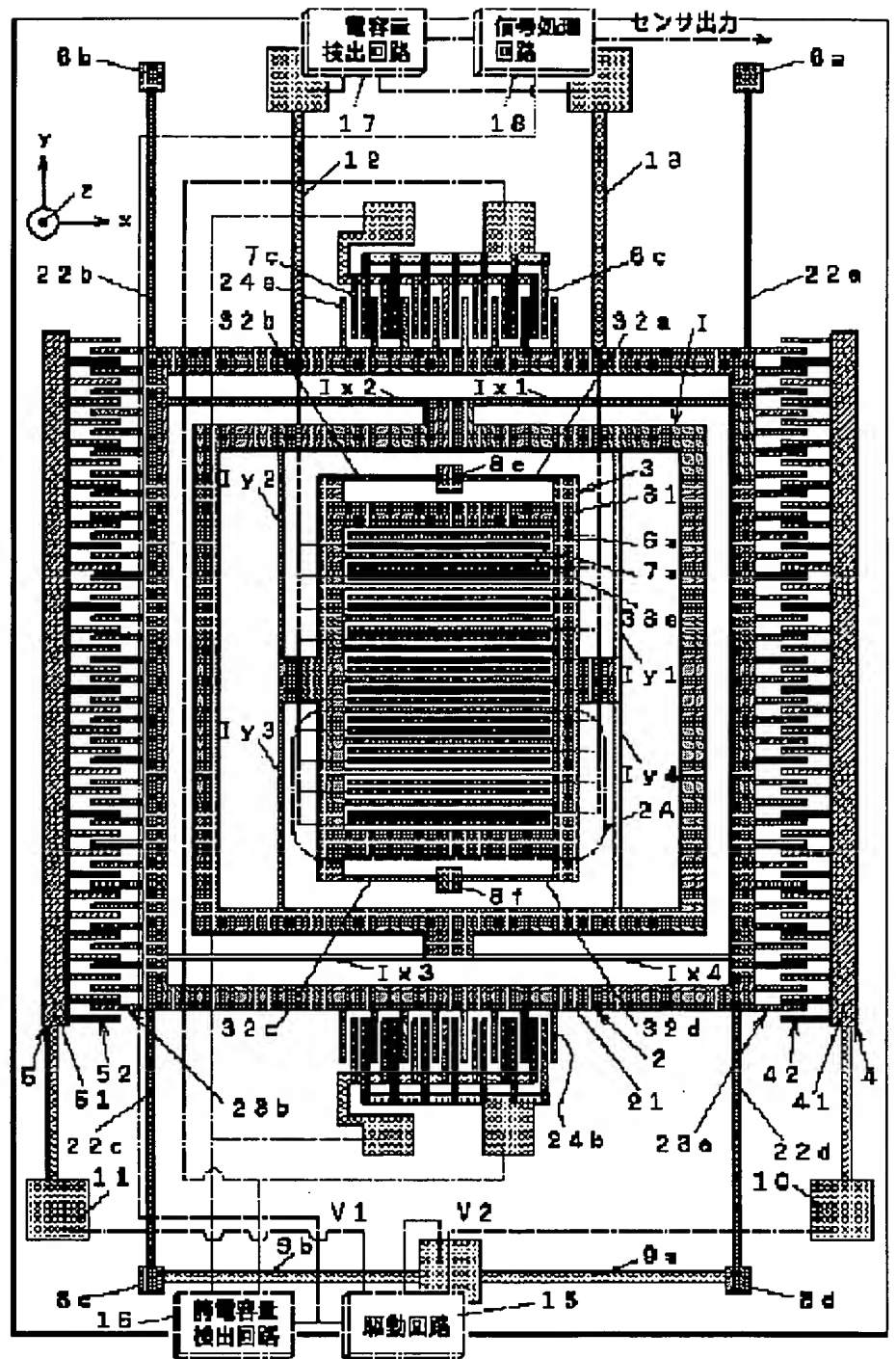
**(54) ANGULAR VELOCITY
SENSOR**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve accuracy in angular velocity detection by converting a displacement signal generated by a detection means for detecting y-direction displacement of a second movable body into an angular velocity signal.

SOLUTION: In order to make a float react with angular velocity around a Z-axis, a first float 2 is excited only in an x-direction, a second float 3 is made to be able to vibrate only in a y-direction to obtain an angular velocity corresponding signal, and the first float 2 and the second float 3 are coupled via a third float 1. The third float 1 is movable in x- and y-directions with respect to a substrate 1, only in the y-direction with respect to the first float 2, and only in the x-direction with respect to the second float 3. Since the first float 2 is substantially immobile in the y-

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-44541

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月16日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 9/04

識別記号

F I

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 9/04

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-203560

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月29日

(71) 出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72) 発明者 加藤 学

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

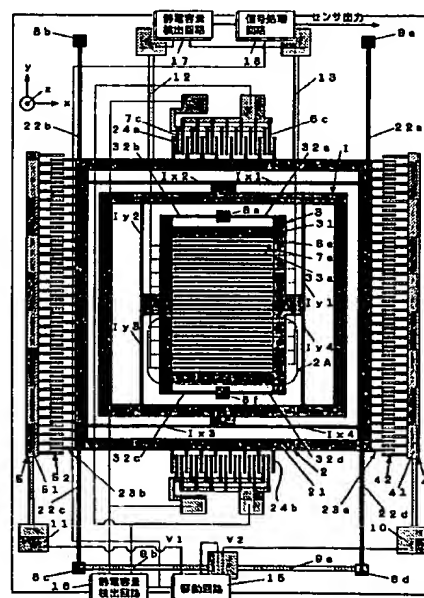
(74) 代理人 弁理士 杉信 興

(54) 【発明の名称】 角速度センサ

(57) 【要約】

【課題】 角速度検出精度の向上。角速度が加わっていないときの角速度信号の偏倚を抑制。z方向加速度による検出誤差の低減。

【解決手段】 シリコン基板1にx方向には可動、y方向には不動に支持された導電性ポリシリコン半導体薄膜の第1浮動体2；基板1にx方向には不動、y方向には可動に支持された第2浮動体3；第1浮動体2と第2浮動体3とを連結する第3浮動体I；第1浮動体2をx方向に振動駆動する手段4, 5, 15；第2浮動体3のy方向変位を検出する変位検出手段6a, 6b, 7a, 7b, 12, 13, 17；および、変位信号を角速度信号に変換する変換手段18；を備える。第3浮動体Iはx方向梁I×1～4で第1浮動体に、y方向梁で第2浮動体に連結。第1～3浮動体の重心は同一位置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板；該基板にx方向には可動に、y方向には実質上不動に支持された第1可動体；前記基板にy方向には可動に、x方向には実質上不動に支持された第2可動体；x、y方向に可動であって、第1可動体に対してはy方向に可動にx方向には実質上不動に連結され、第2可動体に対してはx方向に可動にy方向には実質上不動に連結された、第3可動体；第1可動体をx方向に振動駆動する励振手段；第2可動体のy方向変位を検出する変位検出手段；および、該変位検出手段が発生する変位信号を角速度信号に変換する変換手段；を備える角速度センサ。

【請求項2】第1可動体および第3可動体はx、y平面上で矩形リング状であり、第1可動体の内空間に第3可動体が、第3可動体の内空間に第2可動体があり、第1、第2および第3可動体の重心が実質上同一位置である、請求項1記載の角速度センサ。

【請求項3】第2可動体および第3可動体はx、y平面上で矩形リング状であり、第2可動体の内空間に第3可動体が、第3可動体の内空間に第1可動体があり、第1、第2および第3可動体の重心が実質上同一位置である、請求項1記載の角速度センサ。

【請求項4】第1可動体は、一端が基板に固定されたy方向に延びる梁で基板に対して浮動支持された、請求項1、請求項2又は請求項3記載の角速度センサ。

【請求項5】第2可動体は、一端が基板に固定されたx方向に延びる梁で基板に対して浮動支持された、請求項1、請求項2、請求項3又は請求項4記載の角速度センサ。

【請求項6】第3可動体は、x方向に延びる梁で第1可動体に、y方向に延びる梁で第2可動体に連結された、請求項1、請求項2、請求項3、請求項4又は請求項5記載の角速度センサ。

【請求項7】第1可動体、第2可動体および第3可動体は、それらの重心が実質上同一位置であって該重心を通るxz面およびyz面に対して実質上対称構造である、請求項1記載の角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板に対して浮動支持された振動体を備える角速度センサに関し、特に、これに限定する意図ではないが、半導体微細加工技術を用いて形成される浮動半導体薄膜を櫛歯電極にて電気的に吸引／解放してx方向に励振する角速度センサに関する。

【0002】

【従来の技術】この種の角速度センサの代表的なものは、浮動薄膜の左辺部に1組かつ右辺部に1組の浮動櫛歯電極（左側浮動櫛歯電極と右側浮動櫛歯電極）を備え、固定櫛歯電極も2組（各組の浮動櫛歯電極に非接触

で噛み合いかつ平行な左側固定櫛歯電極および右側固定櫛歯電極）として、左側浮動櫛歯電極／左側固定櫛歯電極間と右側浮動櫛歯電極／右側固定櫛歯電極間に交互に電圧を印加することにより、浮動薄膜がx方向に振動する。浮動薄膜に、z軸を中心とする回転の角速度が加わると、浮動薄膜にコリオリ力が加わって、浮動薄膜は、y方向にも振動する楕円振動となる。浮動薄膜を導体としもしくは電極が接合したものとし、浮動薄膜のxz平面に平行な検出電極を基板上に備えておくと、この検出電極と浮動薄膜との間の静電容量が、楕円振動のy成分（角速度成分）に対応して振動する。この静電容量の変化（振幅）を測定することにより、角速度を求めることが出来る（例えば特開平9-127148号公報、特開平9-42973号公報、特開平8-152327号公報、特開平5-248872号公報、特願平8-249822号、特願平9-121989号、特願平9-163851号）。

【0003】従来、半導体薄膜を浮動体（浮動薄膜）として用いたこの種の角速度センサにおいて、基板に対して平行なx方向の静電駆動による浮動体の駆動または静電容量による変位検出には、交互にかみ合う櫛歯状の電極や平行平板電極を用いており、それらの電極は、半導体薄膜をエッチングした面（xz面）を用いている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】浮動体は、角速度検出原理からx方向およびy方向に可動である必要があり、したがって従来は、浮動体をx方向およびy方向に共に可動にして、基板で支持している。ところで、浮動体のx方向の励振駆動は、x方向に延びる平行平板電極（浮動櫛歯電極／固定櫛歯電極）で行なわれ、この平行平板電極は、浮動体にy方向の吸引力を与え易い。すなわち、x方向に延びる一本（一歯）の浮動櫛歯電極を、x方向に延びる二本（2歯）の固定櫛歯電極が空隙を置いて挟んでいるので、該一本の浮動櫛歯電極が正しく該二本の固定櫛歯電極の中間点に位置するときには、該二本の固定櫛歯電極がそれぞれ該一本の浮動櫛歯電極に、絶対値が同一で方向が逆向きのy方向静電吸引力を及ぼすので、固定櫛歯電極から浮動櫛歯電極にy方向の駆動力は加わらない。しかし、該一本の浮動櫛歯電極が、該二本の固定櫛歯電極の中間点よりわずかでも一方の固定櫛歯電極側にずれていると、浮動体にz軸廻りの角速度が加わっていても、固定櫛歯電極から浮動櫛歯電極にy方向の駆動力が加わり、浮動体がy方向に偏位する。

【0005】これは角速度が加わったときの浮動体の変位と同一周期で変位するので、角速度が加わっていないときにも角速度があると同様な検出信号を発生させるオフセットの原因となる。また、温度によるオフセットの変動（温度ドリフト）の原因となり、角速度検出精度の低下を招き易い。

【0006】また、浮動体をx、y平面で可動にするた

めに、基板に対する浮動体の支持構造のz方向のバネ定数が小さくなり易く、z方向の加速度に対する浮動体のz方向の変位によって固定歯電極に対する浮動歯電極のz方向相対位置がずれて両電極間の静電容量が変化する。この静電容量の変化は、z軸廻りの角速度検出に対しては外乱となる。したがってz方向の加速度が加わることによる浮動体のz方向変位を抑制するのが好ましい。

【0007】本発明は、角速度検出精度を高くすることを目的とし、より具体的には、角速度が加わっていないときの角速度信号の偏倚と、z方向の加速度が加わることによる角速度信号のレベル変化を、共に抑制することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

(1) 本発明の角速度センサは、基板(1)；基板(1)にx方向には可動に、y方向には実質上不動に支持された第1可動体(2)；前記基板(1)にy方向には可動に、x方向には実質上不動に支持された第2可動体(3)；x、y方向に可動であって、第1可動体(2)に対してはy方向に可動にx方向には実質上不動に連結され、第2可動体(3)に対してはx方向に可動にy方向には実質上不動に連結された、第3可動体(1)；第1可動体(2)をx方向に振動駆動する励振手段(4,5,15)；第2可動体(3)のy方向変位を検出する変位検出手段(6a,6b,7a,7b,12,13,17)；および、該変位検出手段が発生する変位信号を角速度信号に変換する変換手段(18)；を備える。

【0009】なお、理解を容易にするためにカッコ内には、図面に示し後述する実施例の対応要素又は相当部材に付した記号を、参考までに付記した。

【0010】励振手段(4,5,15)が第1可動体(2)をx方向に振動駆動すると、第1可動体(2)と共に第3可動体(1)がx方向に振動する。z軸廻りの角速度が加わると、第1可動体(2)は実質上y方向に振動しないが、第3可動体(1)がy方向にも振動する。これにより第2可動体(3)がy方向に振動し、変位検出手段(6a,6b,7a,7b,12,13,17)が、第2可動体(3)のy方向変位を表わす変位信号を発生し、これを変換手段(18)が角速度信号に変換する。

【0011】z軸廻りの角速度に浮動体を反応させるために、第1可動体(2)をx方向のみに励振し、角速度対応信号を得るための第2可動体(3)はy方向のみに振動可とし、第1可動体(2)と第2可動体(3)とを第3可動体(1)で連結して、この第3可動体(1)を、基板(1)に対してはx、y方向に可動に、第1可動体(2)に対してはy方向のみに、第2可動体(3)に対してはx方向のみに可動にしており、第1可動体(2)がy方向には実質上不動であるので、x方向励振駆動により仮にy方向の駆動力が加わってもy方向には実質上変位せず、第3可動体(1)および第2可動体(3)は、したがって、x方向励振駆

動によってはy方向に駆動されず、角速度が加わっていないときに変位信号を偏倚させることがない。これにより角速度検出精度が高くなる。

【0012】第3可動体(1)は、第1可動体(3)に加わるx方向駆動力が確実に伝播してx方向に振動し、z軸廻りの角速度が加わるとy方向にも振動し、このy方向振動が第2可動体(3)に確実に伝播する。第2可動体(3)が、y方向には可動ではあるがx方向には実質上不動に、基板(1)に支持されているので、この支持構造によって第2可動体(3)のバネ定数が大きく、第2可動体(3)のz方向の加速度によるz方向変位は小さくなり、したがってS/N比が向上する。

【0013】

【発明の実施の形態】

(2) 第1可動体(2)および第3可動体(1)はx、y平面上で矩形リング状であり、第1可動体(2)の内空間に第3可動体(1)が、第3可動体(1)の内空間に第2可動体(3)があり、第1、第2および第3可動体の重心が実質上同一位置である(図1)。第1可動体(2)の内空間に第3可動体(1)があって重心が同一位置であるので、第3可動体(1)が第1可動体(2)のx方向の振動のバランスをくずすことがない。同様に、第3可動体(1)の内空間に第2可動体(3)があって重心が同一位置であるので、第3可動体(1)が第2可動体(3)のy方向の振動のバランスをくずすことがなく、各可動体の運動のバランスが良く、角速度をy方向振動に変換する効率が良い。

【0014】(3) 第2可動体(3)および第3可動体(1)はx、y平面上で矩形リング状であり、第2可動体(3)の内空間に第3可動体(1)が、第3可動体(1)の内空間に第1可動体(2)があり、第1、第2および第3可動体の重心が実質上同一位置である(図4)。上記(2)の態様(図1)が、重心位置から第1可動体(2)、第3可動体(1)および第2可動体(3)の順の配列となっているのに対し、本実施態様(図3)では、重心位置から第2可動体(3)、第3可動体(1)および第1可動体(2)の順の配列であって、第1可動体(2)と第2可動体(3)の位置が入れ替わっているが、上記(2)の態様と同様に、各可動体の運動のバランスが良く、角速度をy方向振動に変換する効率が良い。

【0015】(4) 第1可動体(2)は、一端が基板(1)に固定されたy方向に延びる梁(22a~d)で基板(1)に対して浮動支持した。y方向に延びる梁(22a~d)は、y方向には撓まずx方向に撓むので、これにより、第1可動体(2)は基板(1)に対して、y方向には不動、x方向には可動の浮動支持である。第1可動体(2)の浮動支持とx方向のみの変位が確実である。

【0016】(5) 第2可動体(3)は、一端が基板(1)に固定されたx方向に延びる梁(32a~32d)で基板(1)に対して浮動支持した。x方向に延びる梁(32a~32d)は、x方向には撓まずy方向に撓むので、これにより、第2可

動体(3)は基板(1)に対して、x方向には不動、y方向には可動の浮動支持である。第2可動体(3)の、基板(1)に対する浮動支持とy方向のみの変位が確実である。

【0017】(6)第3可動体(I)は、x方向に延びる梁(IX1~4)で第1可動体(2)に、y方向に延びる梁(Iy1~4)で第2可動体(3)に連結した。x方向に延びる梁(IX1~4)で連結されているので、第3可動体(I)は第1可動体(2)と同じくx方向に振動し、しかも、第1可動体(2)が振動し得ないy方向にも振動可であり、z軸廻りの角速度が加わると、y方向にも振動する。このy振動がy方向に延びる梁(Iy1~4)で第2可動体(3)に伝播するが、第3可動体(I)から第2可動体(3)へのx方向の振動は該梁(Iy1~4)で遮断される。第3可動体(I)のy振動のみが第2可動体(I)に確実に伝播する。

【0018】(7)第1可動体(2)、第2可動体(3)および第3可動体(I)は、それらの重心が実質上同一位置であって該重心を通るxz面およびyz面に対して実質上対称である。

【0019】これによれば、各可動体(2,3,I)に加わる駆動力およびコリオリ力の力点は実質上重心を通り、可動体間で重心位置が異なることによる回転モーメントの発生が実質上無くなりしたがって不要振動あるいは振動方向ずれが実質上無くなり、角速度検出のS/Nが向上する。

【0020】本発明の他の目的および特徴は、図面を参照した以下の実施例の説明より明らかになる。

【0021】

【実施例】

—第1実施例—

図1に本発明の第1実施例を示す。この実施例は、第2浮動体3および第3浮動体Iに加わるz軸廻りの角速度を検出する角速度センサである。図2の(a)に、図1に示す第2浮動体3の一边部を拡大して示し、図2の(b)に(a)上の2B-2B線断面を示す。

【0022】図1および図2を参照されたい。絶縁層を形成したシリコン基板1には、導電性とするための不純物を含むポリシリコン(以下導電性ポリシリコン)の、浮動体アンカ8a~8f、固定電極の電極パッド10、11および励振検出電極の電極パッドが接合しており、シリコン基板1上の絶縁層の上に形成された配線(12、13等)により、導電性ポリシリコンでなる半導体薄膜の、第1浮動体2、第2浮動体3、第3浮動体I、固定電極4、5、6a~6c、7a~7cは、接続電極に接続されている。なお、シリコン基板1に上記ポリシリコンの導電形(p)と反対の導電性(n)の基板を用い、シリコン基板1にpn接合により配線を形成し、上記配線と浮動体アンカ8a~8dおよび固定電極の電極パッド10、11と接続電極の電極パッド部とを接合してもよい。

【0023】浮動体アンカ8a~8dに、y方向に延び

る第1組の浮動支持梁22a~22dが連続しており、これらの支持梁22a~22dに、基板1の表面に実質上平行な、矩形リング状の第1浮動体2が連続している。

【0024】第1浮動体2から左右(x方向)に、櫛歯状にy方向に等ピッチで分布する複数個の、x駆動用の可動側櫛歯電極23a、23bが突出している。1つの固定電極の電極パッド10には、固定電極4の基幹が連続しており、該基幹には可動側櫛歯電極23aの歯間スロットに進入した、x駆動用の櫛歯状の固定櫛歯電極42があり、もう1つの固定電極の電極パッド11には、固定電極5の基幹が連続しており、該基幹には可動側櫛歯電極23bの歯間スロットに進入した、x駆動用の櫛歯状の固定櫛歯電極52がある。これらのx駆動用の可動側櫛歯電極23a、23bとx駆動用の固定櫛歯電極42、52との間には、微小ギャップがある。

【0025】第1浮動体2に、x方向に延びる第3組の浮動支持梁Ix1~Ix4が連続しており、これらの支持梁Ix1~Ix4に、基板1の表面に実質上平行な、矩形リング状の第3浮動体Iが連続している。

【0026】第3浮動体Iに、その矩形リングの内空間にy方向に延びる第4組の浮動支持梁Iy1~Iy4が連続しており、これらの支持梁Iy1~Iy4に、基板1の表面に実質上平行な、矩形リング状の第2浮動体3が連続している。

【0027】第2組の、x方向に延びる浮動支持梁32a~32dの一端が、第2浮動体3の基幹31に、一体で連なっており、これらの支持梁の他端が、アンカ8e、8fに連続し、基板1で支持されている。

【0028】第2浮動体3の基幹31には、第2組の支持梁32a~32dと平行な、x方向に延びるy変位検出用の櫛歯電極33aがy方向に分布し、基幹31からx方向に延びている。櫛歯電極33aは、所定ピッチでy方向に分布している。この分布の1ピッチ内のギャップに、y方向変位検出用の第1組の多数の固定櫛歯電極6aの1つと、y方向変位検出用の第2組の多数の固定櫛歯電極7aの1つがある。第1組の固定櫛歯電極6aは、シリコン基板1上の絶縁層の上に形成された、配線13の分岐線(図2)上にあり、電気的に配線13と同電位となる。第2組の固定櫛歯電極7aは、シリコン基板1上の絶縁層の上に形成された、配線12の分岐線(図2)上にあり、電気的に配線12と同電位となる。

【0029】第1浮動体2のx軸平行辺(1対)の一方から、x移動検出用の可動櫛歯電極24aがy方向に突出し、これらの電極間ギャップに、x移動検出用の第1組の櫛歯電極6cおよびx移動検出用の第2組の櫛歯電極7cがあり、それぞれ別個の配線上にある。これらの可動櫛歯電極24a、第1組の櫛歯電極6cおよび第2組の櫛歯電極7cと同様なものが、第1浮動体2のx軸平行辺(1対)の他方側にもある。

【0030】上述の、第1組の浮動支持梁22a~22d、第1浮動体2、第2組の浮動支持梁32a~32d、第2浮動体3、第3組および第4組の浮動支持梁I x1~I x4、I y1~I y4、固定電極4、5の櫛歯42、52、および、x移動検出用の櫛歯電極24a、6c、7cは、基板1の表面からz方向に離れている。すなわち基板1の表面に、ギャップを置いて対向している。これらは、マイクロ加工技術により、浮動体アンカおよび固定電極の電極パッドをシリコン基板1の表面上に形成した後に、浮動体アンカおよび固定電極の電極パッドに、一体連続で形成される。上述のように、基板1の表面からz方向に離れ、しかも基板1に対してx方向および又はy方向に変位又は撓み得る支持態様を本書において「浮動」又は「可動」と称す。

【0031】上述の第1、第2および第3浮動体2、3、Iの形状は口形リングであり、それぞれの2つの対角線の交点に関して上下および左右対称であって、重心は該交点にあり、第1、第2および第3浮動体2、3、Iの静止時の重心は同一位置である。第1~3浮動体2、3、Iの形状、ならびに、支持梁22a~d、32a~32d、I x1~4、I y1~4の分布は、前記重心を通るxz面およびyz面に対して実質上対称である。

【0032】第1浮動体2を支持する第1組の浮動支持梁22a~dが基板1から浮いておりしかもy方向に延びるので、それらはy方向には撓まないが、x方向には撓み易く、第1浮動体2は、y方向には振動しにくく、x方向に振動し易い。第2浮動体3は、x方向に延びる第2組の浮動支持梁32a~32dを介して基板1で支持されているので、x方向には振動しにくく、y方向に振動し易い。第3浮動体Iは、x方向に延びる第3組の浮動支持梁I x1~I x4を介して第1浮動体2に連続しているため、第1浮動体2のx方向の振動により同じくx方向に振動しかつy方向にも振動するので、z軸廻りの角速度が加わるとy方向にも振動する。この第3浮動体Iに、y方向に延びる第4組の浮動支持梁I y1~I y4を介して第2浮動体3が連続しているため、第3浮動体Iがy方向に振動すると第2浮動体3が同じくy方向に振動する。

【0033】すなわち、第1浮動体2は、x方向に振動しうがy方向には振動し得ない。第2浮動体3は、y方向には振動しうがx方向には振動し得ない。第3浮動体Iは、第1浮動体2に対してy方向には振動しうがx方向には振動し得ず、また、第2浮動体3に対してx方向には振動しうがy方向には振動し得ない。これにより、z軸廻りの角速度が加わっていないときには、第1浮動体2がx方向に振動駆動されると第1浮動体2および第3浮動体Iがx方向に振動するが、両者共にy方向には振動しない。第2浮動体3は静止である。z軸廻りの角速度が加わると、第3浮動体Iがx方向に加え

てy方向にも振動し、このy方向の振動と同じく第2浮動体3がy方向に振動する。

【0034】第1浮動体2（および第2浮動体3、第3浮動体I）は、基板1上の配線9a、9bを介してx駆動回路15に接続され、そこで機器アース（GND）に接続されている。固定電極4と5は、電極パッド10、11上の電極導体を介してx駆動回路15に接続されている。x駆動回路15は、固定電極4と5に交互に高電圧を印加しこれを繰返す。第1浮動体2（および第3浮動体I）は、固定電極4（櫛歯電極42）に高電圧が加わったときに図1上で右方に引かれ、固定電極5（櫛歯電極52）に高電圧が加わったときに左方に引かれて、左右に振動する。

【0035】第1浮動体2が右方に移動するときには、x移動検出用の可動櫛歯電極24aとx移動検出用の第1組の固定櫛歯電極6cとの間の静電容量は減少するが、可動櫛歯電極24aとx移動検出用の第2組の固定櫛歯電極7cとの間の静電容量は増大する。左方に移動するときにはその逆となる。可動櫛歯電極24aは機器アース電位（GND）であるが、固定櫛歯電極6cと7cは静電容量検出回路16に接続されている。静電容量検出回路16は、電極6cと7cの、電極24a（機器アース電位GND）に対する静電容量の差を表わす電気信号を発生してx駆動回路15に与える。この電気信号は、第1浮動体2のx振動に同期したレベル変化を示す交流信号（以下、x振動同期信号）である。x駆動回路15は、該交流信号のレベルの絶対値が設定値に達する度に、上述の、高電圧を印加する電極4、5の切換えを行なう。これにより、第1浮動体2（および第3浮動体I）が、所定振幅でx方向に振動する。

【0036】また、駆動方法として静電容量検出回路16より得られる信号を用いて、PLL（フェーズドロックループ）制御により共振周波数で駆動し、静電容量検出回路16より得られる信号により駆動振幅を求め、駆動電圧を増減して振幅が一定となるように制御してもよい。これにより低電圧駆動が可能となる。

【0037】また、可動櫛歯電極24a、固定櫛歯電極6c、7cは、駆動櫛歯電極23、42、52と同様な形状で、駆動櫛歯電極と同じ向きに配置してもよい。これにより、駆動振幅を大きく設定しうる。

【0038】第2浮動体3がy方向に振動すると、第2浮動体3の櫛歯電極33aと固定櫛歯電極6a、6bとの間の静電容量が増減振動し、これと逆位相で櫛歯電極33aと固定櫛歯電極7a、7bとの間の静電容量が増減振動する。静電容量検出回路17は、櫛歯電極33aと固定櫛歯電極6a、6bとの間の静電容量と、櫛歯電極33aと固定櫛歯電極7a、7bとの間の静電容量と、の差を表わす電気信号（y振動同期信号）を発生し、これを信号処理回路18に与える。第2浮動体3のx振動が一定である場合、角速度と第2浮動体3および

第3浮動体Iのy振動の振幅との間には一定の関係がある。信号処理回路18は、この関係に基づいて、y振動同期信号を角速度を表わす信号（角速度信号）に変換する。

【0039】図3に、x駆動回路15が固定電極4、5に加える電圧V1、V2と第1浮動体2（および第3浮動体I）のx振動（x方向の変位）の関係、ならびに、該x振動と第3浮動体Iおよび第2浮動体3のy振動（y方向の変位）の関係を示す。角速度の方向（時計廻り／反時計廻り）により、y振動の位相が180度のずれ（図3上のy変位の実線と2点鎖線）を生ずる。信号処理回路18は、静電容量検出回路16からのx移動同期信号に対するy振動同期信号の位相差に基づいて角速度の方向（時計廻り／反時計廻り）を判定してそれを表わす方向信号と、y振動同期信号の振幅に対応する角速度の絶対値を表わす角速度値信号とを出力する。

【0040】上述の第1実施例によれば、第1浮動体2には可動櫛歯電極23a、23bと固定櫛歯電極42、52との間に+y方向又は-y方向の静電吸引力が加わり易い、すなわちy駆動力が作用し易いが、y方向に延びる第1組の浮動支持梁22a～dで第1浮動体2が支持されているので、第1浮動体2のy移動は第1組の支持梁22a～dで阻止され、x駆動電圧V1、V2により第1浮動体2がy駆動されることがない。これにより、第1浮動体2（および第3浮動体I）のx振動駆動の効率が向上しx振動が安定する。

【0041】一方、第3浮動体Iは、x方向に延びる第3組の浮動支持梁I x1～I x4で第1浮動体2に支持されているので、角速度が加わると容易にy方向に振動する。このy振動には、x駆動電圧V1、V2によるy変位が実質上含まれないので、また上述のようにx振動が安定しているので、第3浮動体Iのy振動は角速度のみに対応するものであり、加えて、第3浮動体Iに第4組の浮動支持梁I y1～I y4を介して第2浮動体3が連なりしかも第2浮動体3が第2組のx方向に延びる浮動支持梁32a～32dで基板1に対して支持されているので、第3浮動体Iのy方向振動のみに同期して第2浮動体3がy方向に振動し、x方向には振動しない。また、z方向の加速度が加わると、第3浮動体Iは梁を介して第1および第2浮動体で支持されているので、z方向に変位し易いが、第2浮動体3は、一端が基板1のアンカ8e、8fで支持された梁32a～32dで浮動支持されているので、z方向に変位可であるものの、該変位に対する抵抗が大きく、第3浮動体Iよりもz方向には変位しにくい。これにより、第2浮動体3の、z方向加速度による固定電極42、52に対する変位が少く、角速度検出信号のS/Nが高い。また検出精度の安定性が高い。

【0042】また、第1～3浮動体2、3、Iの重心が、それらの静止時には実質上同一位置であって、これ

らの浮動体の形状、ならびに、それらに連続した支持梁の分布が、該重心を通るxz面およびyz面に対して実質上対称であるので、各浮動体2、3、Iに加わる駆動力およびコリオリ力の力点は実質上前記重心を通り、浮動体間で重心位置が異なるとか、支持梁分布が非対称であるとかによる回転モーメントの発生が実質上無くなりしたがって不要振動あるいは振動方向ずれが実質上無くなり、角速度検出のS/Nが向上する。

【0043】—第2実施例—

図4に本発明の第2実施例を示す。この第2実施例では、第2浮動体3と第1浮動体1との位置を入れ替えて、第2浮動体3の内部に第3浮動体Iを、第3浮動体Iの内部に第1浮動体2を配置した。これに伴って、第1浮動体2をx方向に励振するための固定電極4、5ならびに振動検出用の電極6c、7cを第3浮動体Iの内部に形成し、y振動検出用の電極群を2組として、第2浮動体3の外に形成した。

【0044】y振動検出用の電極群の固定電極のための電極リード13a、13bに連続した分岐線（点線）は絶縁層で覆われ、絶縁層を部分的に欠いた所で固定電極6a、6bが接合している。すなわち固定電極6aおよび6bはそれぞれ電極リード13aおよび13bと電気的に同電位である。該絶縁層の上に、電極リード12a、12bに連続した分岐線が接合しており、この分岐線に固定電極7a、7bが接合している。すなわち固定電極6aおよび6bはそれぞれ電極リード13aおよび13bと電気的に同電位である。

【0045】静電容量検出回路17は、固定電極6a、6bと第2浮動体3の可動電極33a、33bとの静電容量と、固定電極7a、7bと第2浮動体3の可動電極33a、33bとの静電容量との差に対応するレベルの容量検出信号を発生して信号処理回路18に与える。この容量検出信号は第2浮動体3のy振動に同期したレベル変動を示す。

【0046】第2実施例のその他の構成および機能は、上述の第1実施例と同様であり、第2浮動体3の、z方向加速度による固定電極42、52に対する変位が少く、角速度検出信号のS/Nが高い。また検出精度の安定性が高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例の平面図である。

【図2】 (a)は図1に示す第2浮動体3の一部分2Aの拡大平面図、(b)は(a)の2B-2B線断面図である。

【図3】 図1に示すx駆動回路15の出力電圧の波形、第1浮動体2のx変位および第3、第2浮動体I、3のy変位を示すタイムチャートである。

【図5】 本発明の第2実施例の平面図である。

【符号の説明】

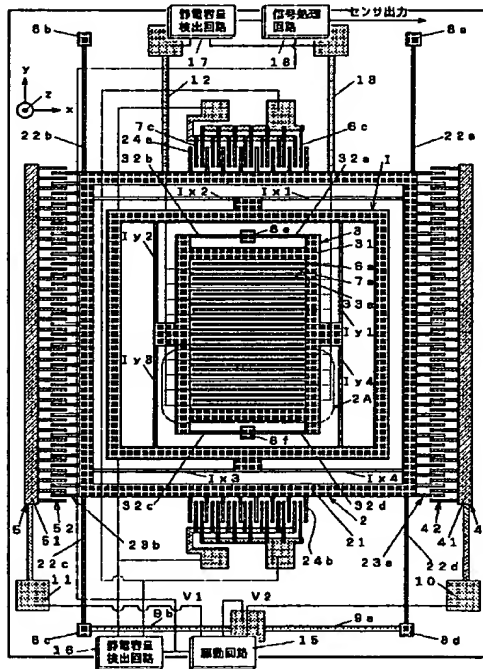
1：シリコン基板

2：第1浮動体

11

- 21: 口形基部
 1組の浮動支持梁
 23a, 23b: 可動側櫛歯電極
 b: 可動側櫛歯電極
 25a, 25b: 浮動連結梁
 31: 基幹
 2組の浮動支持梁
 33a, 33b: 櫛歯電極
 Ix1~Ix4: 第3組の浮動支持梁
 4: 第4組の浮動支持梁
 4: 固定電極
 42: 固定櫛歯電極
- 22a~d: 第
 24a, 24
 3: 第2浮動体
 32a~d: 第
 I: 第3浮動体
 Iy1~Iy
 41: 電極基幹
 5: 固定電極

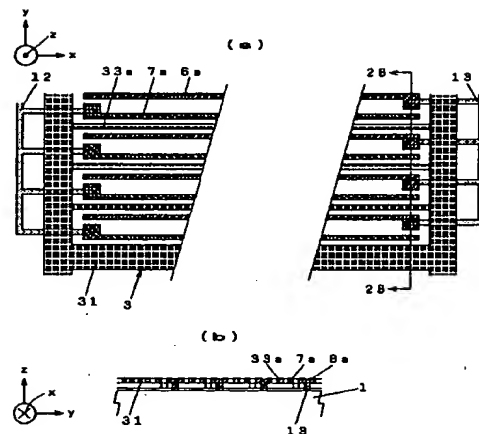
【図1】



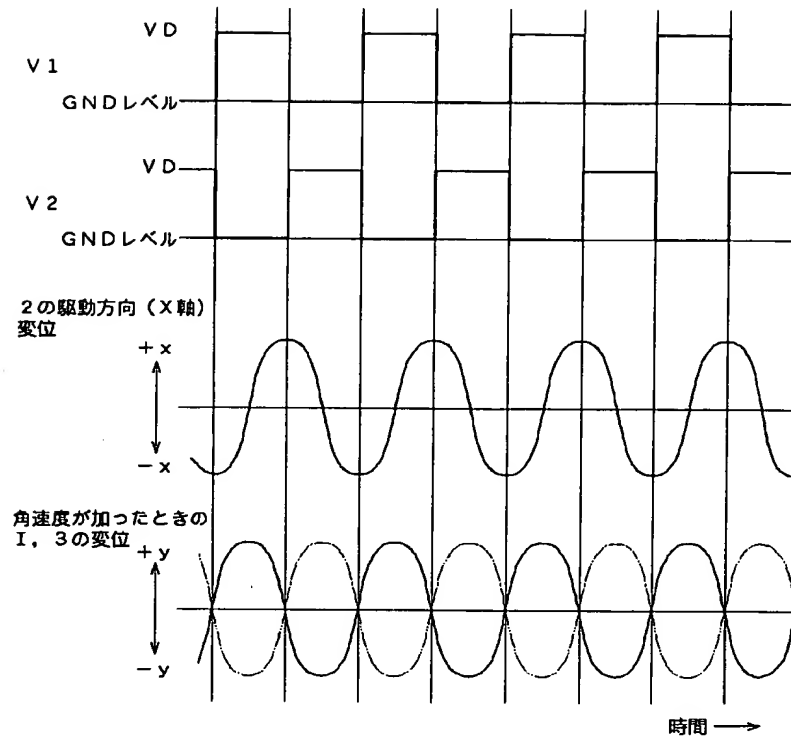
12

- 51: 電極基幹
 電極
 6a~6c: 固定電極
 7a~7c: 固
 定櫛歯電極
 8a~f: 浮動体アンカ
 9a, 9b: 配
 線
 10, 11: 固定電極の電極パッド
 12, 12a, b, 13, 13
 a, 13b: 配線
 15: x駆動回路
 16, 17: 静
 電容量検出回路
 18: 信号処理回路

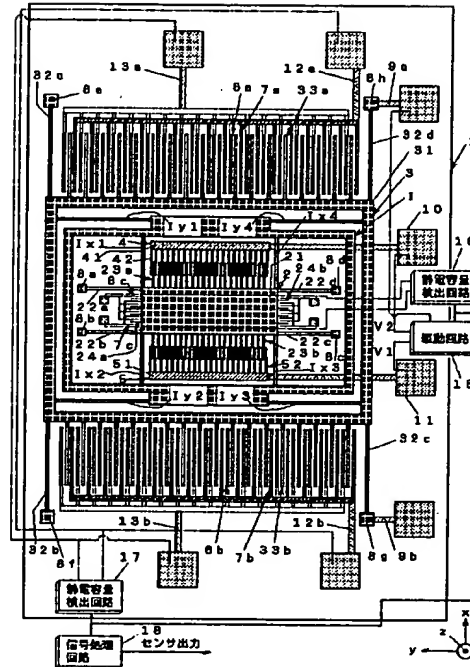
【図2】



【図3】



【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成9年11月7日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例の平面図である。

【図2】 (a) は図1に示す第2浮動体3の一部分2Aの拡大平面図、(b) は(a)の2B-2B線断面図である。

【図3】 図1に示すx駆動回路15の出力電圧の波形、第1浮動体2のx変位および第3、第2浮動体I、3のy変位を示すタイムチャートである。

【図4】 本発明の第2実施例の平面図である。

【符号の説明】

1 : シリコン基板
 2 : 第1浮動体
 21 : 口形基部
 22a~d : 第1組の浮動支持梁
 23a, 23b : 可動側櫛歯電極
 24a, 24

b : 可動側櫛歯電極

25a, 25b : 浮動連結梁

31 : 基幹

2組の浮動支持梁

33a, 33b : 櫛歯電極

Ix1~Ix4 : 第3組の浮動支持梁

4 : 第4組の浮動支持梁

4 : 固定電極

42 : 固定櫛歯電極

51 : 電極基幹

電極

6a~6c : 固定電極

定櫛歯電極

8a~f : 浮動体アンカ

線

10, 11 : 固定電極の電極パッド

a, 13b : 配線

15 : x駆動回路

電容量検出回路

18 : 信号処理回路

3 : 第2浮動体

32a~d : 第

2組の浮動支持梁

I : 第3浮動体

Iy1~Iy

4 : 第4組の浮動支持梁

41 : 電極基幹

5 : 固定電極

52 : 固定櫛歯

電極

7a~7c : 固

9a, 9b : 配

12, 12a, b, 13, 13

16, 17 : 静

電容量検出回路